AUS DER UNIVERSITÄTS-FRAUENKLINIK FRANKFURT A.M.
(DIREKTOR GEH. HOFRAT PROF. Dr. SEITZ)

Ueber das Verhalten der regionären und allgemeinen Sensibilität gegen Ultraviolettstrahlen

INAUGURAL-DISSERTATION

zur

Erlangung der Doktorwürde

der

Hohen Medizinischen Fakultät

der

Universität Basel

vorgelegt von

WILHELM MAINZER
Medizinal praktikant
aus Heppenheim a. d. B.

November 1933

Druck und Verlag: N.V. Elektr. Drukkerij Levisson
Hofwyckstr. 3-15, Den Haag, 1934

AUS DER UNIVERSITÄTS-FRAUENKLINIK FRANKFURT A.M.
(DIREKTOR GEH. HOFRAT PROF. Dr. SEITZ)

Ueber das Verhalten der regionären und allgemeinen Sensibilität gegen Ultraviolettstrahlen

INAUGURAL-DISSERTATION

zur

Erlangung der Doktorwürde

der

Hohen Medizinischen Fakultät

der

Universität Basel

vorgelegt von

WILHELM MAINZER
Medizinal praktikant
aus Heppenheim a. d. B.

November 1933

Von der medizinischen Fakultät Basel genehmigt auf Antrag von Professor Dr. A. Labhardt. Tag der Promotion: 21 Dezbr. 1933.

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

An dieser Stelle sei mir gestattet, Herrn Professor Dr. Dr. Guthmann von der Univ. Frauenklinik in Frankfurt a/Main für die Überlassung des Themas und die wertvollen Anregungen bestens zu danken. Zu besonderem Danke bin ich dem Herrn Prof. Dr. A. Labhardt für die Übernahme des Referates verpflichtet und dem Herrn Dekan der Medizinischen Fakultät der Universität Basel, Herrn Prof. Dr. E. Ludwig, der es mir ermöglichte hier zu promovieren.

Ueber das Verhalten der regionären und allgemeinen Sensibilität gegen Ultraviolettstrahlen

Bei der grossen Bedeutung der Höhensonnenbehandlung in der modernen Therapie ist es zur Erzielung einer brauchbaren Dosierung und Vermeidung unzweckmässiger oder gar schädlicher Anwendung wichtig, die physikalischen und biologischen Faktoren zu kennen, die an der Wirkung des ultravioletten Lichtes auf den menschlichen Organismus massgebend beteiligt sind.

Die Untersuchungen von Hausser und Vahle (1, 2) über die Beziehungen von Wellenlänge und Wirksamkeit der einzelnen Ultraviolettstrahlen, die von Coblentz (3) bestätigt worden sind, haben in Übereinstimmung mit den Messungen des Absorptionsvermögens der Haut für Licht, von Hasselbalch (4), und später auch von Bachem (5) und Watters (6), gezeigt, dass, entsprechend dem Grothus-Drapper'schen Gesetz, wonach nur absorbierte Energien wirksam sein können, die Wirkung der verschiedenen Wellenlängen von der Absorption dieser Strahlen in der Haut abhängig ist. Hierfür ist eine spezielle Eigenschaft des Zeilleiweisses verantwortlich zu machen, wie Guthmann (7) durch Absorptionsmessungen von Ultraviolett an verschiedenen Körpersubstanzen feststellen konnte. Die stärkste Wirksamkeit bezw. Absorption findet nach den Ergebnissen der oben erwähnten Arbeiten bei einer Wellenlänge um 300 μμ und 250 μμ statt.

Die Wirkung der U.V.-Strahlen ist, worauf Kirschmann (8) besonders hinweist, ferner abhängig von der Dosis, die jedoch individuell bestimmt werden muss. Da hierzu natürlich nur eine biologische Methode in Betracht

kommt, so wird als Mass für die Hautsensibilität allgemein die sinnfälligste Reaktion der Ultraviolettwirkung, das Erythem, benutzt. Dieses ist nach der histologischen Darstellung von Keller (9) als eine Veränderung am Gefässsystem im Sinne einer aseptischen Entzündung aufzufassen. Für sein Zustandekommen werden verschiedene Theorien geltend gemacht. Wahrscheinlich wird es durch Abbauprodukte der untergehenden Epidermiszellen hervorgerufen. Lewis (10) sieht als Ursache das Auftreten eines histaminähnlichen Stoffes an. Sonne (11) vermutet, dass die Erythembildung auf einer Kombination einer Protein- und einer Lipoidwirkung beruhe. Von dem Erythem, das bei Wärmeeinwirkung beobachtet wird, unterscheidet sich das Lichterythem, wie Hammer (12) als erster bemerkt hat, dadurch, dass die Rötung erst nach einer gewissen Latenzzeit auftritt. Als Ablesetermin zur Bestimmung der Erythemstärke wird von den meisten Autoren der Zeitpunkt gewählt, an dem die Rötung ihr Maximum erreicht hat, also etwa 7 Stunden nach der Bestrahlung (Schall und Alius 13).

Das andersartige Verhalten der Hautsensibilität bei verschiedenen Individuen und an verschiedenen Körperregionen ist in seinem Wesen noch nicht endgültig erkannt. Nachdem Guillaume (14) 1926 zum erstenmal die These ausgesprochen hatte, dass Lichtschutz und Lichtgewöhnung als direkte Funktionen der Hornschichtdicke aufzufassen seien, wies Miescher (15) nach, dass die Tiefenausdehung der Lichtreaktion von der Dicke der Hornschicht stark beeinflusst wird und, dass nach der Bestrahlung eine Akanthose und eine Hyperkeratose auftreten, die eine Herabsetzung der Lichtempfindlichkeit zur Folge haben. Damit dürfte zwar das Problem der Lichtgewöhnung, d.h. der allmählichen Desensibilisierung gegen Ultraviolett, eine Erklärung gefunden haben. Doch weiss man nicht, ob die Hornschichtdicke die einzige Komponente der lichtbiologischen Konstitution darstellt. Neuerdings ist vielfach die Haarfarbe als führendes Symptom zur Einteilung in einen Konstitutionstyp verwendet worden (Ellinger 16, Keller 17, Wucherpfennig 18, Saidmann 19, u.a.).

Jedenfalls ist heute die ursprüngliche Annahme von Unna (20) und Finsen (21), dass das Pigment den Lichtschutz bewirke, widerlegt. Denn dann müsste einmal der Lichtgewöhnung eine stärkere Pigmentproduktion zugrunde liegen, was mit den Beobachtungen von Perthes (22), Keller (23), u.a. nicht vereinbar ist, wonach Pigmentbildung zur Entstehung des Lichtschutzes nicht nötig ist und umgekehrt eine Vermehrung des Pigmentes auch unabhängig von ultravioletter Bestrahlung eintritt. Ebenso stehen mit dieser Hypothese die Feststellungen von With (24) und Rost (25) im Widerspruch, dass auch an pigmentlosen Stellen, wie z.B. bei Vitiligo, Lichtgewöhnung eintreten kann. Gewiss steht das Absorptionsvermögen des Pigmentes für Ultraviolettlicht ausser Zweifel. Darüber hat besonders Kartschagin (26) Messungen angestellt. Bloch (27) konnte durch Bestrahlung mit der Quarzlampe die Intensität des pigmentbildenden Fermentes Dopaoxydase ganz erheblich steigern und somit eine Vermehrung des Pigmentes unter dem Einfluss der Dornostrahlen beweisen. Lignac (28) erzielte noch an der toten Haut mit der Kromayer-Lampe vermehrte Pigmentierung. Doch gelangen die von aussen auftreffenden U.V.-Strahlen meist gar nicht bis zu dem Pigmentlager im stratum basale, da sie nach Hasselbalch (4) zum allergrössten Teil in den obersten Epidermisschichten absorbiert werden.

Die Bedeutung der Pigmentfunktion wurde deshalb teils als Wärmeschutz aufgefasst (Kisch 29, Peemöller 30), teils schrieb man dem Pigment die Aufgabe zu, den empfindlichen Papillarkörper und die tieferen Hautpartien gegen übermässige Belichtung zu schützen (Dorno 31, Miescher 15). Perthes (12) glaubte, den Lichtschutz auf immunisatorische Vorgänge im Anschluss an den Entzündungsvorgang beim Erythem zurückführen zu können. Diese Ansicht wird jedoch von Loviasetti (32) abgelehnt, der ein Verschwinden der Lichtgewöhnung an den Hautstellen bemerkte, an denen sich die Epidermis abgeschält hatte. In letzter Zeit wird von Holthusen (33) u.a. die Meinung vertreten, dass der Strahlenschutz durch eine Herabsetzung

der Strahlendurchlässigkeit der Zellmembran durch die ultravioletten Strahlen hervorgerufen werde.

Ausser den konstitutionellen Momenten, zu denen noch das Geschlecht als nicht unwesentlich zu gehören scheint, — Ellinger (16) gibt eine um 20 % geringere Lichtempfindlichkeit bei Frauen im Vergleich zu den Männern an — spielen äussere Bedingungen bei der allgemeinen Hautsensibilität eine recht erhebliche Rolle. Der Einfluss des Alters auf die Sensibilität macht sich in grösseren Unterschieden eigentlich nur in der Jugend bemerkbar. Die Schwankungen werden von Hickel (34) in Zusammenhang mit der jeweiligen Gewichtszunahme gebracht. Von 20. bis zum 50. Lebensjahre verhält sich die Sensibiltät nach den Angaben Ellingers ziemlich konstant. Dagegen misst Ellinger den jahreszeitlichen Schwankungen eine grössere Bedeutung bei, die sich in einem Anstieg im Frühjahr und Oktober und in einem stärkeren Abfall in den Sommermonaten zu erkennen geben. Als weitere physiologische Bedingungen, die eine Veränderung der Hautsensibilität machen, sind Menstruation und Schwangerschaft zu erwähnen. Dieterich (35) fand bei beiden biologischen Sonderzuständen des weiblichen Körpers eine ausgesprochene Steigerung der Empfindlichkeit.

Naheliegend ist eine Änderung der Sensibilitätsverhältnisse unter pathologischen Umständen, wo die Reaktionsfähigkeit des Organismus im allgemeinen eine andere ist. Schon die Änderung des PH-Wertes im Blut kann eine merkliche Verschiebung nach der einen oder anderen Seite hin bewirken. Hoff und Späth (36) fanden bei alimentär erzeugter Azidose eine erhöhte und umgekehrt bei entsprechender Alkalose eine verminderte Ultraviolettempfindlichkeit. Die starke Empfindlichkeitssteigerung, über die Kirschmann (8) bei Hyperthyreoidismus berichtet, deutet auf eine Beeinflussung von Seiten innersekretorischer Störungen. Bei Hauterkrankungen ist, ganz abgesehen von den sogenannten Lichtkrankheiten, eine Änderung der Photosensibilität durchaus verständlich (vgl. hierzu Ellinger 16). Interessant ist die Auswirkung der krankhaften Blutdruckverhältnisse. Während die Hypertoniker eine höhere Lichtsensibilität auf-

weisen (Gottron 37), zeigen die Hypotoniker ein umgekehrtes Verhalten (Ellinger).

Der gesunde Mensch reagiert nun an den verschiedenen Körperregionen ganz verschieden auf Ultraviolettlicht; doch scheinen die Unterschiede einem gesetzmässigen Verhältnis zu entsprechen. Die regionären Sensibilitätswerte stimmen bei den verschiedenen Autoren weitgehend überein und verhalten sich nach Guthmann (38) und Keller (39) etwa wie folgt:

Brust, Rücken	100 %
Bauch	65—80 %
Oberarm, Oberschenkel	50 %
Unterarm, Unterschenkel ...	25 %

Dagegen sind die Angaben über die Schwankungen der allgemeinen Erythemempfindlichkeit stark unterschiedlich. Busk (40) gibt eine Schwankungsbreite van 1 : 4 an, Blumenthal und Böhmer (41) nennen das Verhältnis van 1 : 18, Saidmann (42) gibt sogar eine Breite von 1 : 400 an.

Die Tatsache, dass erhebliche Unterschiede in der Sensibilität der verschiedenen Körperregionen und grosse Schwankungen der allgemeinen Erythemempfindlichkeit bei verschiedenen Menschen bestehen, ergab die Aufgabe, einmal genauer zu prüfen, welche Beziehungen zwischen der regionären Sensibilität der verschiedenen Empfindlichkeitstypen sich nachweisen lassen. Denn es blieb bei den seitherigen Untersuchungen die Frage unberücksichtigt, in wie weit diese beiden Erscheinungen von einander abhängig sind oder sich gegenseitig beeinflüssen, und man verglich entweder immer nur die Empfindlichkeit der einzelnen Hautbezirke miteinander, ohne auf den individuellen Reaktionstyp zu achten, oder fasste umgekehrt nur die allgemeine Sensibilität ins Auge unter Vernachlässigung der regionären Verhältnisse.

Die nachfolgenden Untersuchungen wurden ausschliesslich an, selbstverständlich nicht vorbestrahlten und nicht graviden, Frauen im durchschnittlichen Alter von 20—30 Jahren, ausser-

halb der Menstruation, vorgenommen. Als Einteilungsprinzip für einen Empfindlichkeitstyp wurde die Haarfarbe gewählt, und danach wurden die Frauen in 6 Gruppen eingeteilt: Rothaarige, Hellblonde, Blonde, Brünette, Dunkelhaarige und Schwarzhaarige. Als Lichtquelle diente die Bach'sche Quarzquecksilberdampflampe, die mit einem Gleichstrom von 230—240 Volt Spannung und einer Stärke von 2,5—2,8 Ampère betrieben wurde. Um möglichst konstante Bedingungen zu garantieren, wurde die Lampe in gleichbleibenden Abstand von 60 cm und, unter Bezugnahme auf Guthmann (38), senkrecht appliziert, weil die Intensitätsabnahme der seitlichen Strahlung nicht ohne weiteres bekannt und von dem Neigungswinkel abhängig ist. So konnte auf die viel umständlichere Methode zur Bestimmung einer gleichmässigen Strahlenmenge durch ein Aktinometer verzichtet werden, da das bewährteste Instrument dieser Art, die durch Uviolglas abgeschlossene Cadmiumzelle, nach Gärtner (43) ebenfalls mit einer nicht geringen Fehlerquelle arbeitet. Die zu bestrahlenden Flächen wurden, nach einem im Prinzip zuerst von Saidmann (42) publizierten Verfahren, mit einer Schablone abgedeckt, welche 5 schmale Streifen von etwa 1×2 cm freiliess und durch isolierten Verschluss der unbedeckten Stellen mittels Klappen es ermöglichte, bei einem Hautfeld neben einander 5 verschiedene Bestrahlungszeiten anzuwenden. In dieser Weise wurde nach einander an Unterschenkel, Oberschenkel, Unterarm, Oberarm, Bauch, Brust und Rücken belichtet und nach 5, 6, 7 und 8 Stunden die Stärke der Erytheme abgelesen. Um einen Massstab für das Auftreten des Erythems zu haben, waren die jeweiligen Belichtungszeiten so gewählt, dass nie alle 5 Löcher der Schablone abgebildet wurden. Eine kolorimetrische Messung des Erythemgrades durch Vergleich mit einer standardisierten Rötungsskala war in Anbetracht der verschiedenen Eigenfarbe der Haut nicht diskutabel.

Beispiel: Frau J. L., 30 Jahre, Rot.

BESTRAHLUNGSZEIT IN MINUTEN

STUNDEN NACH DER BESTRAHLUNG	Brust 5	Brust 6	Brust 7	Brust 8	Bauch 5	Bauch 6	Bauch 7	Bauch 8	Rücken 5	Rücken 6	Rücken 7	Rücken 8
1/4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1/2	—	—	+	+	—	+	+	+	—	—	+	+
3/4	+	++	++	+	+	+	+	+	+	+	+	+
1	++	++	++	++	++	++	++	++	+	++	++	+
1 1/4	++	+++	+++	++	++	++	++	++	++	++	++	++

	Unterschenkel				Unterarm			
1	—	—	—	—	—	—	—	—
2	—	—	+	+	—	—	+	+
3	+	+	+	+	+	+	+	+
4	+	+	+	++	++	++	++	++
5	++	++	++	++	++	+++	+++	+++

	Oberschenkel				Oberarm			
1/2	—	—	—	—	—	—	—	—
1	—	—	+	+	—	+	+	+
1 1/9	+	+	+	+	+	+	+	+
2	+	++	++	+	++	++	++	++
2 1/2	++	++	+++	++	+++	+++	+++	++

Die Grade der Erytheme sind mit Kreuzen bezeichnet.
So bedeutet: — = kein Erythem
+ = eben sichtbares Erythem
++ = mässig starkes „
+++ = starkes „

Da das Maximum der Erythemstärke allgemein 7 Stunden nach der Bestrahlung erreicht war, erwies sich als geeignete Vergleichsgrösse für die Ultraviolettempfindlichkeit der Erythemschwellenwert, d.h. die Belichtungszeit (bei den nebenstehenden Tabellen No. 1—7 in Minuten ausgedrückt), die zu einem bestimmten Zeitpunkt — hier also nach 7 Stunden — gerade eben ein Erythem hervorbringt.

TABELLE No. 1: Rot

FALL	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Brust	1/4	1/4	1/4	1/2	1/2	1/2	1/4	1/4	1/4	1/2	1	1/4	1/2	1/2	1 1/2
Bauch.	1/4	1/4	1/4	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	3/4	1	1/2	3/4	1/2	1
Rücken	1/4	1/4	1/4	1/2	1/2	1/2	1/4	1/4	1/2	1/2	1	1/4	1/4	1/2	1
Oberarm . . .	1/2	1/2	1/2	1	1	1	1/2	1/2	1/2	2	1	1/2	1/2	1 1/2	3
Oberschenkel	1/2	1/2	1/2	1	1	1	1 1/2	1	1	1	2	1 1/2	1	1/2	3
Unterarm. . .	1	1	1	2	2	2	1	1	1	2	4	2	3	4	8
Unterschenkel	1	1	1	2	2	2	3	2	1	2	6	3	3	1	8

Regelmässige Proportion	Geringere Empfindlk. d. unt. extr.	Leicht	Stark Gestörte Proportion
40 %	13 %	20 %	27 %

TABELLE No. 2: Hellblond

FALL	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Brust	1/4	1/4	1/2	1/2	3/4	1	1/2	1/2	1	1	1/2	1/2	1	1	1 1/2
Bauch	1/4	1/4	1/2	1/2	3/4	1	1/2	3/4	1	1	1	1/2	1/2	1	1
Rücken	1/4	1/4	1/2	1/2	3/4	1	1/2	1/2	1	1	1/2	1/2	1	1	1
Oberarm . . .	1/2	1/2	1	1	1 1/2	2	1	1 1/2	1	2	1	1	1	2	2
Oberschenkel	1/2	1/2	1	1	1 1/2	2	2	1 1/2	2	2	2	2 1/2	2	3	6
Unterarm . . .	1	1	2	2	3	4	2	3	2	6	4	4	2	4	6
Unterschenkel	1	1	2	2	3	4	4	3	6	6	4	4	4	8	12

Regelmässige Proportion	Ger. Empfdl. d. unt. extrem.	Leicht	Stark Gestörte Proportion
40 %	6,7 %	20 %	33.3 %

Die Zahlen in den Tabellen No. 1—7 bedeuten die Belichtungszeiten in Minuten, die nach 7 Stunden gerade ein eben sichtbares Erythem hervorbrachten.

TABELLE No. 3: Blond

FALL	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Brust	1/2	1/2	1/2	1	1/2	1/2	1/2	1/2	1	1	1/4	1/2	1	1	1 1/2
Bauch.	1/2	1/2	1/2	1	1/2	1/2	3/4	1/2	1/2	1	1/2	1/2	1	1	1
Rücken	1/2	1/2	1/2	1	1/2	1/2	1/2	1/2	1	1	1/4	1/2	1	1/2	1
Oberarm	1	1	1	2	1	1	1	1	2	1	1/2	1/2	2	2	1
Oberschenkel. . . .	1	1	1	2	2	2	2	1	3	3	1/2	1	3	2	1 1/2
Unterarm.	2	2	2	4	2	2	2	2	2	4	1	1	4	2	4
Unterschenkel	2	2	2	4	4	4	4	3	4	4	3	3	8	6	6

Regelmässige Proportion	Geringere Empfindlichkeit d. unt. extr.	Leicht	Stark
		Gestörte Proportion	
27 %	20 %	20 %	33 %

TABELLE No. 4: Brünett

FALL	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Brust	1/4	1/4	1/2	1/2	1/2	1	1	2	1/2	1	1/2	1	1	1	1	1/4	1/4	1/2	1/2	1	1	1
Bauch.	1/4	1/4	1/2	1/2	1/2	1	1	1 1/2	1/2	1/2	1/2	1	1/2	1	1 1/2	1/2	1	1/2	1	1	1	1
Rücken	1/4	1/4	1/2	1/2	1	1	1	1 1/2	1/2	1	1/2	1	1	1	1 1/2	1/2	1/2	1/2	1 1/2	2	1	1
Oberarm . . .	1/2	1/2	1	1	1	2	2	4	1	2	1/2	1	1	1	1	1 1/2	1/2	1	2	1	1	3
Oberschenkel.	1/2	1/2	1	1	1	2	2	4	2	4	1	1	1	3	1 1/2	3	1	1	4	3	4	12
Unterschenkel	1	1	2	2	2	4	4	8	4	8	2	2	4	4	4	4	2	6	8	9	6	16
Unterarm . . .	1	1	2	2	2	4	4	8	2	4	1	2	2	4	4 1/2	4	2	5	8	6	6	6

Regelmässige Proportion	Ger. Empf. lichk. d. unt. extr.	Leicht	Stark
		Gestörte Proportion	
36,4 %	10 %	22,6 %	31 %

TABELLE No. 5: Dunkel

FALL	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Brust	1/4	1/2	1/2	1	1	2	1/2	3/4	1	1	1/2	1/2	1/2	1	1/2
Bauch.	1/2	1/2	1/2	1	1 1/2	2	1/2	3/4	1 1/2	1	1	1	1	1	1 1/2
Rücken	1/4	1/2	1/2	1	1	2	1/2	3/4	1 1/2	1	1	1/2	1/2	1	1/2
Oberarm . . .	1/2	1	1	2	2	4	1	1 1/2	1	1	4	1/2	1	2	1
Oberschenkel.	1/2	1	1	2	2	4	2	2	4	2	2	2	2	3	2
Unterarm. . .	1	2	2	4	4	8	4	4	8	6	4	4	4	6	8
Unterschenkel	1	2	2	4	4	8	4	4	8	6	4	4	4	6	8

Regelmässige Proportion	Ger. Empf. d. unt. extrem.	Leicht Gestörte Proportion	Stark Gestörte Proportion
40 %	6,7 %	20 %	33,3 %

TABELLE No. 6: Schwarz

FALL	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Brust	1/2	1/2	1/2	1/2	3/4	1	1	1/2	1/2	3/4	1/2	1/2	1/2	1	1
Bauch.	1/2	1/2	1/2	1/2	3/4	1	1	1	1/2	1	3/4	3/4	1 1/2	1 1/2	1
Rücken	1/2	1/2	1/2	1/2	3/4	1	1	1/2	1/2	3/4	1/2	1/2	1/2	1	1
Oberarm , . .	1	1	1	1	1 1/2	2	2	1	1	1 1/2	1	1	1	2	2
Oberschenkel.	1	1	1	1	1 1/2	2	3	2	1	2	2	2	3	4	5
Unterarm. . .	2	2	2	2	3	4	4	3	4	3	4	4	6	8	10
Unterschenkel	2	2	2	2	3	4	6	4	3	5	4	4	9	8	10

Regelmässige Proportion	Ger. Empf. d. unt. extrem.	Leicht Gestörte Proportion	Stark Gestörte Proportion
40 %	6,7 %	20 %	33,3 %

Die in den vorstehenden Tabellen ziffernmässig erfassten regionären Empfindlichkeitsverhältnisse wurden in Kurven dargestellt, auf deren Abszisse die Hautgebiete und auf deren

Ordinate die Bestrahlungszeiten eingetragen wurden, wobei die Sensibilität der Brusthaut gleich 100 % gesetzt ist. Die häufigste Kurvenform (Abb. 1) entsprach ungefähr den Werten von Guthmann und Keller; lediglich am Bauch ergab sich eine geringe Differenz.

Abb. 1.

Diese staffelförmige Kurve verteilt sich wie folgt auf die einzelnen Gruppen:

Rot	= 40	%
Hellblond	= 40	%
Blond	= 27	%
Brünett	= 36,4	%
Dunkel	= 40	%
Schwarz	= 40	%

Eine geringere Empfindlichkeit ausschliesslich der unteren Extremität, wie sie in Abb. 2 zum Ausdruck kommt, zeigten:

Rot	= 13	%
Hellblond	= 6,7	%
Blond	= 20	%
Brünett	= 10	%
Dunkel	= 6,7	%
Schwarz	= 6,7	%

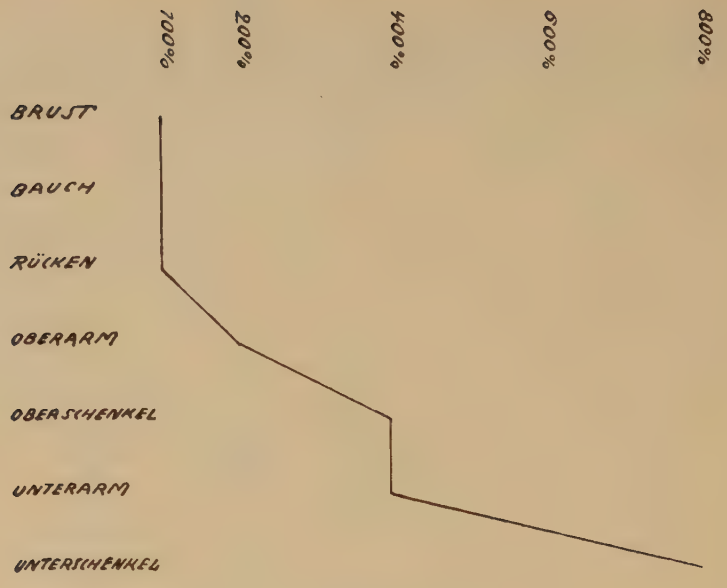


Abb. 2.

Auch die übrigen Abweichungen beschränkten sich nur auf die Extremitäten, mit einzelnen, ganz verschwindenden Ausnahmen am Rumpf, die aber unwesentlich waren und wahrscheinlich auf eine subjektive Fehlerquelle zurückzuführen sind. Bei allen Haarfarben waren in etwa 30 % aller Fälle gewaltige Ausschläge zu verzeichnen, während die geringeren Unregelmässigkeiten etwa 20 % betrugen.

Die extremsten Ausschläge nach oben, bezogen auf die regelmässigen Proportionen (vgl. Abb. 1), ergaben sich am Unterschenkel und betrugen:

Schwarz	1800 %
Brünett und Dunkel	1600 %
Rot und Blond	1200 %
Hellblond	800 %

Nach unten gab es relativ geringe Ausschläge; die extremsten waren:

Rot	200 %	(Unterschenkel)
Hellblond und Brünett	200 %	(Unterarm u. Unterschenkel)
Blond und Dunkel ...	200 %	(Unterarm)
Schwarz	keine.	

Abb. 3 gibt für jede Haarfarbe die maximalsten Ausschläge nach oben und unten und zum Vergleich dazu die Mittelwerte wieder.

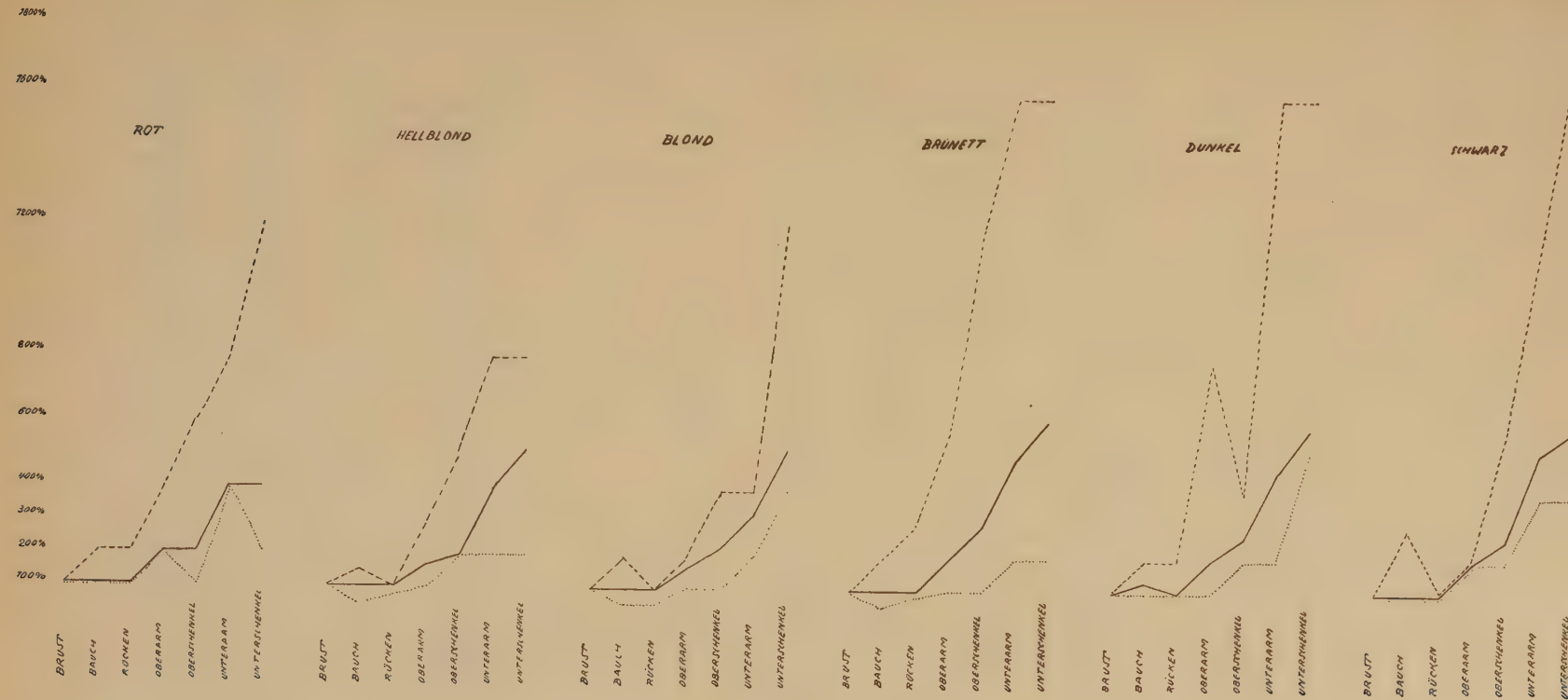


Abb. 3.

——— = Mittelwertskurve. — — — = Maximalkurve
..... = Minimalkurve.

Aus den obigen Darstellungen kann gefolgert werden, dass die Proportionen der regionären Sensibilität nur zu einem bestimmten Prozentsatz der bekannten Gesetzmässigkeit unterworfen sind. Dieser Prozentsatz betrug bei den ganz hellen und roten und den ganz dunklen Haarfarben 40 %, während er bei den mittleren Haarfarben noch geringer war, bei Blond nur 27 %, bei Brünett 36,4 %. Eine kleinere Anzahl zeigte eine geringere Empfindlichkeit der unteren Extremität, die sich jeweils zusammen mit den Ziffern des regelmässigen Ablaufes zu insgesamt etwa 47 % ergänzte, bei Rot zu 53 %. Von den übrigen Abweichungen, die im grossen und ganzen nur auf die Extremitäten beschränkt waren, wiesen etwa 60 % gewaltige, 40 % dagegen nur mässige Schwankungen auf.

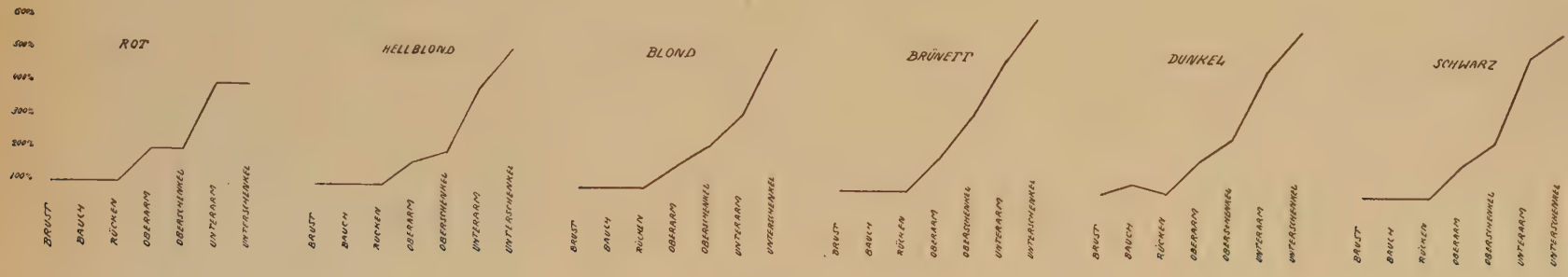


Abb. 4.

Mittelwertskurven der verschiedenen Typen.

TABELLE No. 7.

TYP	Rot	Hell-blond	Blond	Brünett	Dunkel	Schwarz
Brust	1/2	3/4	3/4	3/4	3/4	3/4
Bauch	1/2	3/4	3/4	3/4	1	3/4
Rücken	1/2	3/4	3/4	3/4	3/4	3/4
Oberarm	1	1 1/4	1 1/4	1 1/2	1 1/2	1 1/2
Oberschenkel	1	1 1/2	1 3/4	2 1/2	2	2
Unterarm	2	3	2 1/2	3 3/4	3 1/2	4
Unterschenkel . . .	2	4	4	4 3/4	4 1/2	4 1/2

Durchschnittswerte der regionären Verhältniszahlen.

Im Gegensatz zu den extremen individuellen Ausschlägen verhielten sich die Durchschnittswerte der regionären Verhältniszahlen relativ wenig unregelmässig (vgl. Abb. 4 und Tabelle No. 7). Bei Rot war überhaupt keine Abweichung von dem regelmässigen Kurvenverlauf (Abb. 1) festzustellen. Hellblond und Blond zeigten ausser einer Abweichung von 125 % am Unterschenkel nur ganz geringe Unterschiede an Ober- und Unterarm und Oberschenkel. Bei den dunkleren Haarfarben bis einschliesslich Schwarz waren Abweichungen am Unterschenkel von ca. 200 %, am Unterarm von 100 % vorhanden, kleine Differenzen am Oberschenkel und bei Schwarz auch am Oberarm.

Da das Verhältnis der Mittelwerte zu den oberen und unteren Ausschlägen interessierte, wurden in Abb. 5 alle 3 Durchschnittskurven übereinander projiziert.

Das rein zahlenmässige Verhältnis der oberen und unteren Ausschläge bezogen auf die Mittelwerte war:

	Rot	Hell-blond	Blond	Brünett	Dunkel	Schwarz
Ob. Ausschl.	6	7	6	10	8	6
Mittelwert	3	0	0	0	0	0
Unt. Ausschl. . . .	6	8	9	12	7	9

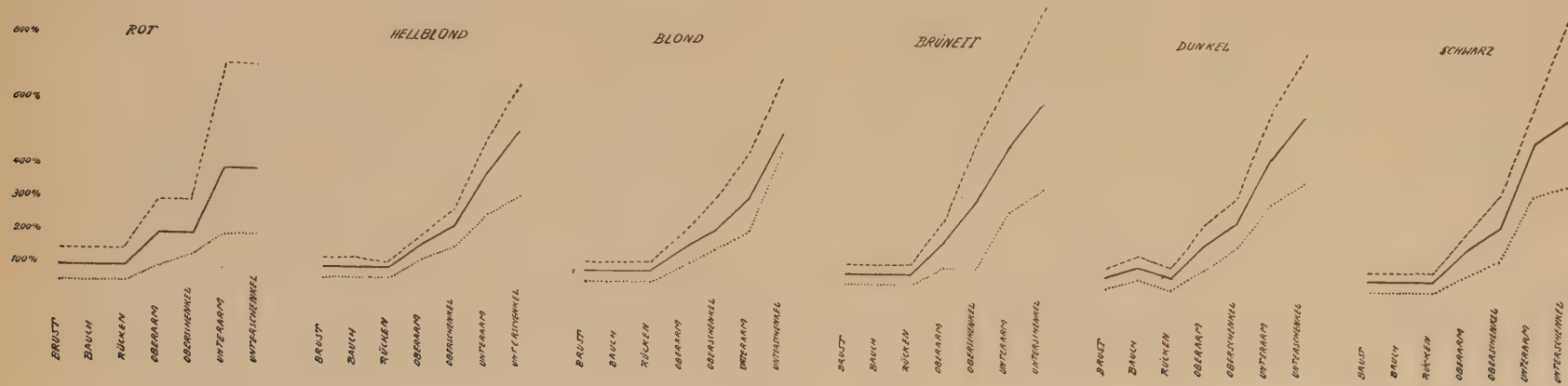


Abb. 5.

——— = Mittelwertskurve.
— — — = obere Durchschnittskurve.
..... = untere Durchschnittskurve.

Um nun genau die Differenzen zu veranschaulichen, aus denen sich die Mittelwerte zusammen setzen, wurden auf Tafel No. 1—3 für Bauch, Ober- und Unterschenkel aller 6 Gruppen die Einzelwerte in ihrer numerischen Verteilung dargestellt. Die Säulen bedeuten die Anzahl der Personen, die darunter befindlichen Zahlen die Belichtungszeiten in Minuten. Die Mittelwerte sind durch einen Pfeil angedeutet. Aus den Abbildungen ist klar zu erkennen, dass die Durchschnittszahlen teilweise rein fiktiv sind, wie z.B. bei Brünett oder vereinzelt bei Blond, Dunkel und Schwarz. Im übrigen aber liegt nach beiden Seiten eine grosse Anzahl anderer Empfindlichkeitswerte.

Daraus ergibt sich die wesentliche Tatsache, dass die Mittelwerte praktisch als Anhaltspunkt für die Dosierung keine Verwendung finden können. Sie haben lediglich als rechnerisches Resultat statistischen Wert. Es muss also, wie für jedes Individuum, so auch für jede Körperregion die Empfindlichkeit für Ultraviolettlicht immer erst im Einzelfalle bestimmt werden, da auch die Schwankungen der regionären Proportionen zu willkürlich sind und keinen brauchbaren Mittelwert erkennen lassen.

Die individuellen Schwankungen der absoluten Werte für die verschiedenen Körperregionen bei den einzelnen Gruppen sind aus Tabelle No. 8 ersichtlich. Die grössten Schwankungen findet man bei den Brünetten, die geringsten bei den Blonden. Am Rumpf ist die Schwankungsbreite kleiner und nimmt nach den Extremitäten hin zu. Als allgemeiner Durchschnitt lässt sich eine Breite von 1 : 6 berechnen.

TABELLE No. 8.

TYP	Rot	Hellbl.	Blond	Brünett	Dunkel	Schwarz
Brust	1 : 6	1 : 6	1 : 3	1 : 8	1 : 4	1 : 2
Bauch	1 : 4	1 : 4	1 : 2	1 : 6	1 : 3	1 : 3
Rücken	1 : 4	1 : 4	1 : 2	1 : 6	1 : 4	1 : 2
Oberarm	1 : 6	1 : 4	1 : 2	1 : 8	1 : 8	1 : 2
Oberschenkel . . .	1 : 6	1 : 12	1 : 3	1 : 12	1 : 8	1 : 5
Unterarm	1 : 8	1 : 6	1 : 2	1 : 8	1 : 8	1 : 5
Unterschenkel . . .	1 : 8	1 : 12	1 : 3	1 : 16	1 : 8	1 : 5
Durchschnitt	1 : 6	1 : 7	1 : 2	1 : 9	1 : 6	1 : 3

Ein Überblick über die allgemeinen Sensibilitätsverhältnisse ergibt, nach Tabelle No. 7, bei den Rothaarigen eine durchschnittlich um 25 % stärkere Lichtempfindlichkeit als bei den übrigen Haartypen, deren allgemeine Durchschnittswerte untereinander keine grossen Schwankungen aufweisen.

Zusammenfassung:

Ebenso wie die allgemeine Empfindlichkeit gegen ultraviolette Strahlen unterliegen auch die Sensibilitätsunterschiede der verschiedenen Körperregionen individuellen Schwankungen.

40 % der ganz hellen und roten und der ganz dunklen Haarfarben zeigten gleiche Proportionen, bei Blond nur 27 % und bei Brünett 36,4 %, die den in der Literatur angegebenen Werten entsprachen.

Die Abweichungen von den bekannten Proportionen beschränken sich auf die Extremitäten. Man kann sie in 2 Gruppen einteilen:

1. geringere Empfindlichkeit der unteren Extremität;

2. ungesetzmässige Störungen.

Die geringere Empfindlichkeit der unteren Extremität, die sich jedoch immer in einem konstanten Verhältnis darstellt, ergänzte sich mit den Ziffern der gleichmässigen Proportionen bei den einzelnen Typen zu insgesamt etwa 47 %, bei Rot zu 53 %.

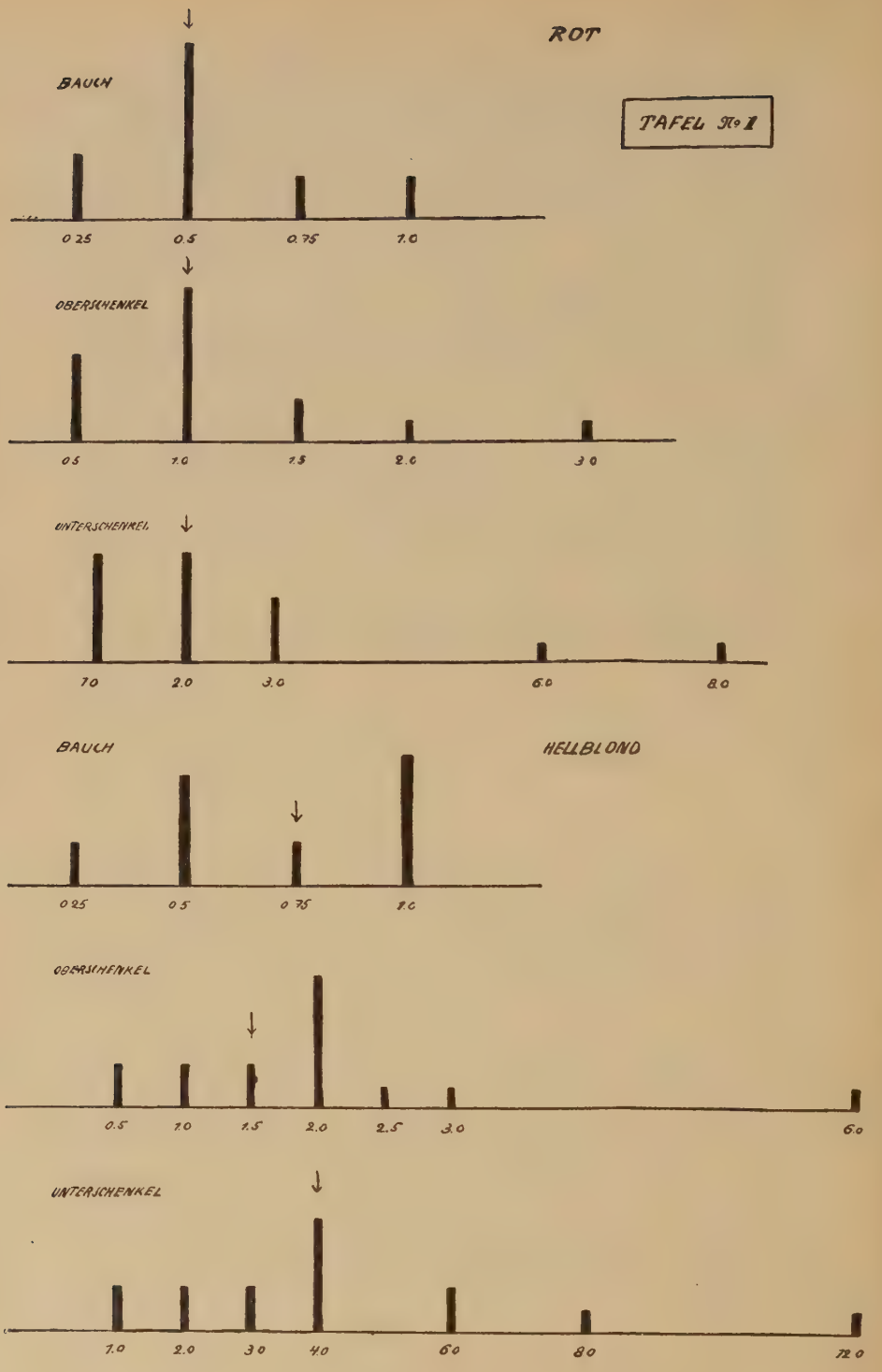
Von den übrigen Abweichungen waren bei allen Haarfarben etwa 40 % leichteren und 60 % schwereren Grades. Die extremsten Ausschläge gingen nach oben, sie äusserten sich am Unterschenkel und betrugen bis zum 18-fachen. Nach unten gab es nur relativ geringe Ausschläge, die höchstens 200 % erreichten. Bei den Durchschnittswerten der regionären Verhältniszahlen waren verhältnismässig unbedeutende Abweichungen von der gesetzmässigen Proportionen, bei Rot

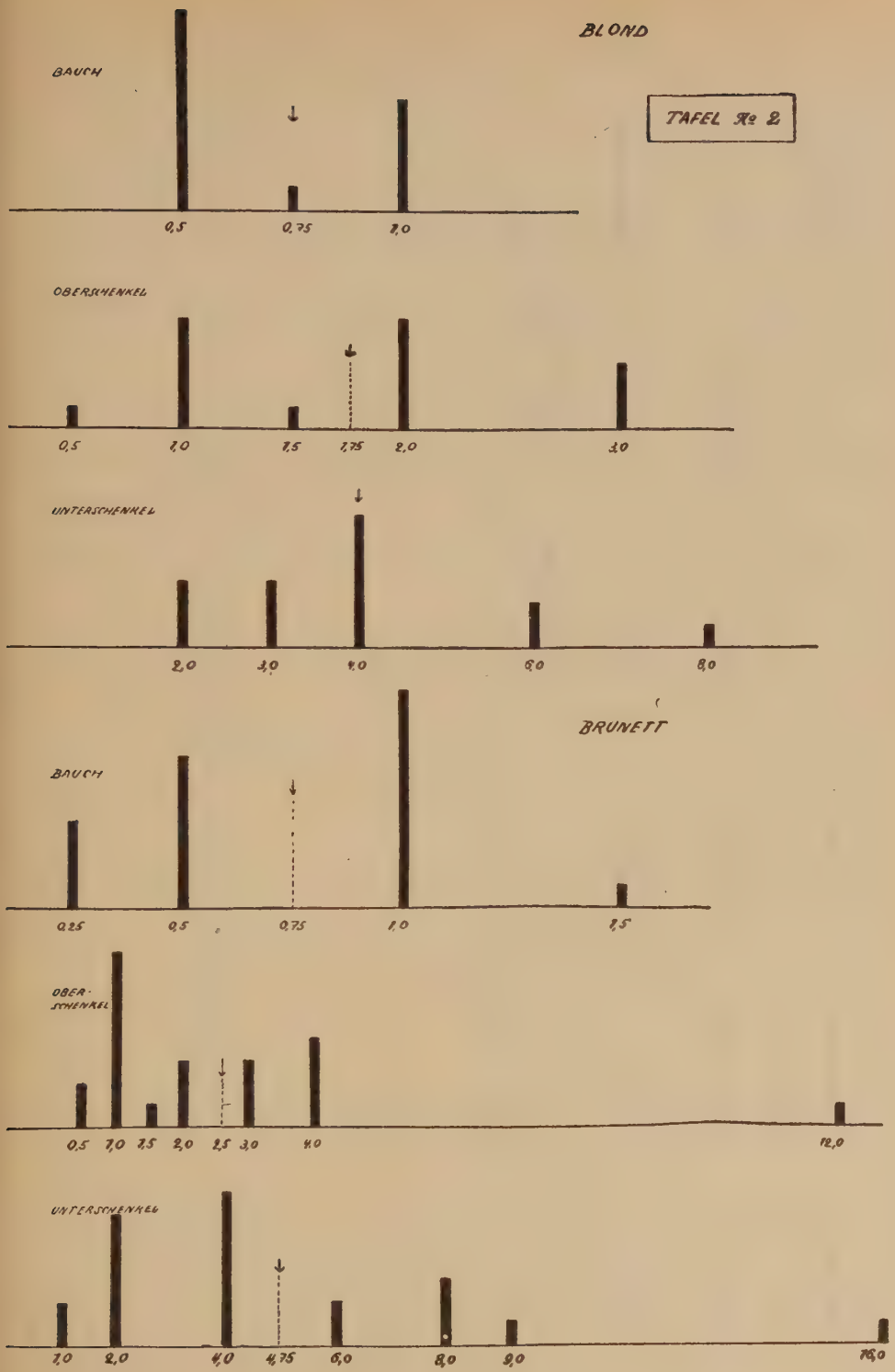
überhaupt keine, festzustellen. Hellblond und Blond wiesen im wesentlichen nur eine Abweichung von 125 % am Unterschenkel auf. Bei den dunkleren Haarfarben bis einschliesslich Schwarz waren solche von ca. 200 % am Unterschenkel und 100 % am Unterarm vorhanden. Praktisch stellen die Mittelwerte keinen Anhaltspunkt für die Dosierung ultravioletter Strahlen dar, da sie das Ergebnis bedeutender Sensibilitätsunterschiede sind.

Auch die Schwankungsbreite der individuellen Sensibilität ist an den verschiedenen Körperregionen verschieden. Sie ist am Rumpf geringer und nimmt nach den Extremitäten hin zu. Am stärksten ist sie bei Brünetten und am geringsten bei Blonden.

Als allgemeiner Durchschnittswert für die Schwankungsbreite der individuellen Erythemempfindlichkeit ergab sich das Verhältnis von 1 : 6.

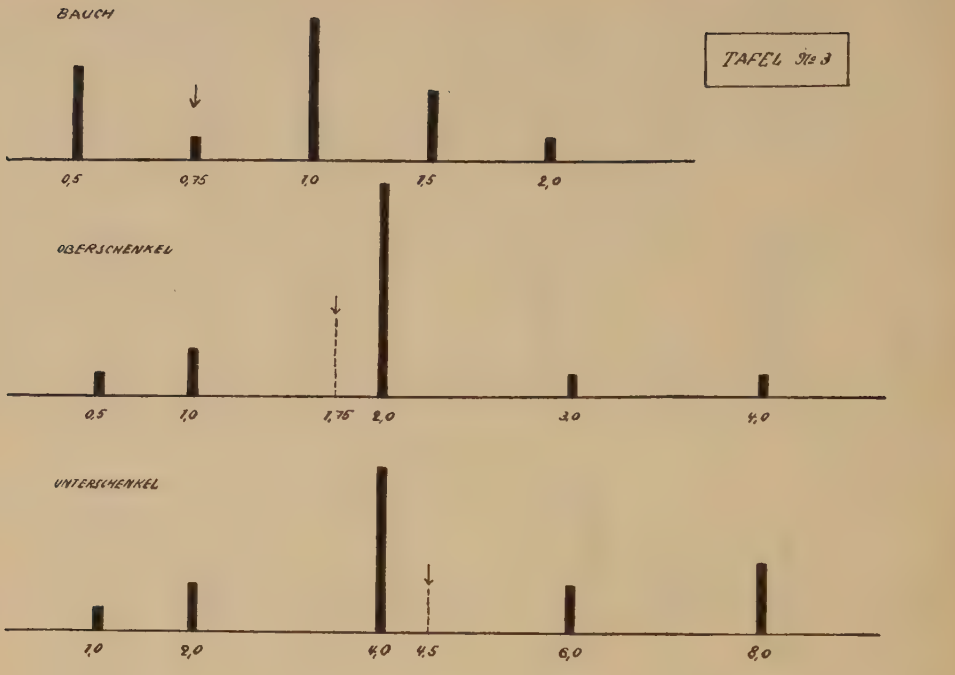
Die absolute Lichtempfindlichkeit war bei den Rothaarigen um 25 % grösser als bei den übrigen Haartypen.


ROT
TAFEL No 1
BAUCH
0 25
0.5
0.75
1.0
OBERSCHENKEL
0.5
1.0
1.5
2.0
3.0
UNTERSCHENKEL
1.0
2.0
3.0
6.0
8.0
BAUCH
HELLBLOND
0 25
0.5
0 75
1.0
OBERSCHENKEL
0.5
1.0
1.5
2.0
2.5
3.0
6.0
UNTERSCHENKEL
1.0
2.0
3.0
4.0
6.0
8.0
12.0

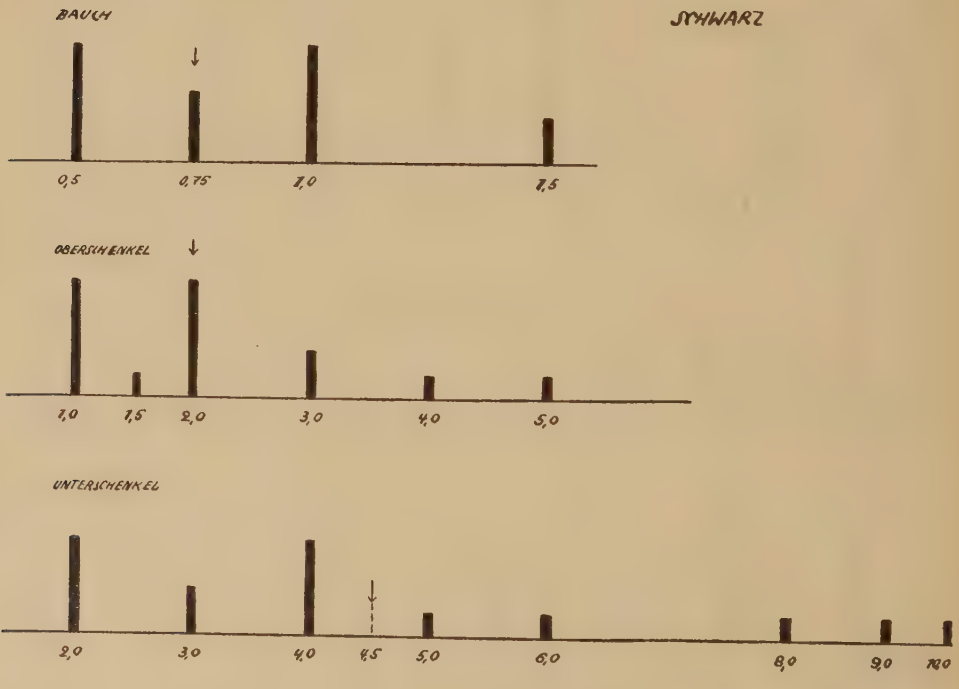

BLOND
TAFEL № 2
BAUCH
0,5
0,75
1,0
OBERSCHENKEL
0,5
1,0
1,5
1,75
2,0
3,0
UNTERSCHENKEL
2,0
3,0
4,0
6,0
8,0
BRUNETT
BAUCH
0,25
0,5
0,75
1,0
1,5
OBER-
SCHENKEL
0,5
1,0
1,5
2,0
2,5
3,0
4,0
12,0
UNTERSCHENKEL
1,0
2,0
4,0
4,75
6,0
8,0
9,0
15,0

DUNKEL

TAFEL Nr 3



SCHWARZ



Literaturverzeichnis

1.	Hausser u. Vahle . .	Strahlenther. Bd. 13, 1921.
2.	Hausser u. Vahle . .	Wiss. Veröff. d. Siemens-Konzerns. Bd. 6. 1927.
3.	Coblentz	Strahlenter. Bd. 42, 1931
4.	Hasselbalch	Skand. Arch. Physiol. Bd. 25, 1911.
5.	Bachem	Amer. J. Physik. 91, 1929.
6.	Watters	Brit. J. Actinother. Br. 4, 1929.
7.	Guthmann	M. med. W. 1927.
8.	Kirschmann	Kl. Wo. 1929.
9.	Keller	Strahlenther. Bd. 16, 1924.
10.	Lewis	Die Blutgefässe d. menschl. Haut. Bln. 1928.
11.	Sonne	Strahlenther Bd. 28, 1928.
12.	Hammer	Über d. Einfluss d. Lichtes auf die Haut. Stuttgart 1891.
13.	Schall und Alius . . .	Bruns' Beitr. Bd. 143, 1928.
14.	Guillaume	Bull. et scienc. de la soc. médicale des hopitaux de Paris. No. 16.
15.	Miescher	Strahlenther. Bd. 35, 1930
16.	Ellinger	Strahlenther. Bd. 44, 1932
17.	Keller	Strahlenther. Bd. 16, 1924.
18.	Wucherpfinnig . . .	Strahlenther. Bd. 40, 1931.
19.	Saidmann	Paris 1930, G. Doin & Co.
20.	Unna	Mtsschr. f. Dermat. 1885
21.	Finsen	Hospitalstidende, 1893
22.	Perthes	Deutsch. med. Wschr., 1924.
23.	Keller	Strahlenther. 28, 1928.
24.	With	Brit. J. of Derm. 1920.
25.	Rost	Dtsch. med. W. 1918.
26.	Kartschagin	Ztschr. f. d. ges. Phys. Ther. Bd. 32, 1927.
27.	Bloch	Arch. f. Derm. 74.
28.	Lignac	Strahlenther. 34, 1929.
29.	Kisch	Strahlenther. 10, 1920.
30.	Peemöller	Strahlenther. 28, 1928.

31. Dorno . . . . . Strahlenther. Bd. 22.
32. Loviasetti . . . . . Arch. di Radiol. 5, 1929.
33. Holthusen . . . . . Strahlenther. Bd. 31.
34. Hickel . . . . . Ann. del'Inst. Actin. Paris 3, 1929.
35. Dieterich . . . . . Strahlenther. 27, 1928.
36. Hoff u. Späth . . . Röntgenpraxis 1, 1929.
37. Gottron . . . . . Arch. f. Derm. Bd. 155
38. Guthmann . . . . . Lehrbuch d. Strahlenther. (Prof. H. Meyer). 1929.
39. Keller . . . . . Kl. Wschr. 1924.
40 Busk . . . . . Mitt. aus Finsens Lichtinst. 10, 1906.
41. Blumenthal U. Böhmer. Zbl. Hautkrh. Bd. 25, 1927.
42. Saidmann . . . . . C. r. Acad. Sci. Bd. 186, 1928.
43. Gaertner . . . . . Strahlenther. Bd. 44, 1932.